

(11)Publication number : **2000-286819**  
(43)Date of publication of application : **13.10.2000**

(72)Inventor : YAMAMOTO TAKESHI  
OKANOUE KAZUHIRO  
OSAWA TOMOYOSHI  
KUMAGAI TOMOAKI

[illegible]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A frequency changing circuit which changes a received burst orthogonal frequency division multiplex modulating signal into an intermediate frequency band signal, An orthogonal detection circuit which changes into a baseband signal an intermediate frequency band signal outputted from this frequency changing circuit, A specimen quantization means which carries out specimen quantization of the baseband signal outputted from this orthogonal detection circuit, A synchronous circuit which performs timing synchronization processing and carrier frequency synchronous processing of a baseband signal by which specimen quantization was carried out by this specimen quantization means, The Fourier conversion circuit which carries out the Fourier transform of the signal after synchronous processing outputted from this synchronous circuit, and divides said burst orthogonal frequency division multiplex modulating signal into a signal for every subcarrier, A propagation path distorted presumption circuit which presumes propagation path distortion from a signal outputted from this Fourier conversion circuit, and outputs propagation path distorted information, A subcarrier demodulator circuit which restores to a signal after compensates distortion to which a propagation path distortion compensating circuit which performs compensates distortion using said propagation path distorted information, and this propagation path distortion compensating circuit output a signal outputted from said Fourier conversion circuit for every subcarrier, and outputs demodulated data and soft decision data, A demodulator provided with a phase error detector which generates phase error information common to each subcarrier using each subcarrier amplitude distortion information outputted from soft decision data outputted from this subcarrier demodulator circuit, and said propagation path distorted presumption circuit, and is outputted to said propagation path distorted presumption circuit.

[Claim 2] The demodulator comprising according to claim 1:

Said phase error detector, An orthogonal frequency division multiplex symbol Uchihira [ Hitoshi ] circuit which carries out the weighting average of the error component of each subcarrier according to a receiving level of each subcarrier using each subcarrier amplitude distortion information outputted from soft decision data outputted and said propagation path distorted presumption circuit from said subcarrier demodulator circuit.

A moving average circuit which performs a moving average of a weighting average result outputted from this orthogonal frequency division multiplex symbol Uchihira [ Hitoshi ] circuit, and outputs said phase error information.

[Claim 3] The demodulator according to claim 1 or 2 containing a means to amend said

propagation path distorted information so that said propagation path distorted presumption circuit may compensate a phase error using phase error information outputted from said phase error detector.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]In the demodulator of burst signal Transmission Systems Division with which an orthogonal frequency division multiplex (it is written as below OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing OFDM) modulation method is used for this invention, It is related with the demodulator which realizes highly precise amendment of the phase rotation resulting from a carrier wave frequency error and phase noise.

[0002]

[Description of the Prior Art]The format of an OFDM burst signal is shown in drawing 3. In the head of each burst, the preamble for a synchronization and the preamble for propagation path estimating are arranged like drawing 3.

[0003]The composition of the conventional OFDM demodulator is shown in drawing 4. The antenna 1 for this OFDM demodulator to receive a burst OFDM modulation signal, The frequency changing circuit 2 which changes into an intermediate frequency band signal the modulating signal received via the antenna 1, and outputs it, The orthogonal detection circuit 3 which changes into an analog complex baseband signal the intermediate frequency band signal outputted from the frequency changing circuit 2, and outputs it, A/D converters 4 and 5 as a specimen quantization means which carries out specimen quantization of the analog complex baseband signal outputted from the orthogonal detection circuit 3, The synchronous circuit 6 which outputs the signal after synchronous processing including the timing synchronization means and the carrier frequency synchronous processing means which carries out carrier frequency synchronous processing which carry out timing synchronization processing of the baseband signal by which specimen quantization was carried out with A/D converters 4 and 5, The Fourier conversion circuit 7 which carries out the Fourier transform of the signal after the synchronous processing outputted from the synchronous circuit 6, and divides said burst OFDM modulation signal into the signal for every subcarrier, The propagation path distorted presumption circuit 8 which presumes propagation path distortion from the signal outputted from the Fourier conversion circuit 7, and outputs propagation path distorted information and each subcarrier amplitude distortion information, and the propagation path distortion compensating circuit 9 which carries out compensates distortion of the signal outputted from the Fourier conversion circuit 7 using propagation path distorted information, and outputs the signal after compensates distortion, It has the phase error correction circuit 14 which performs phase error amendment of the subcarrier after this compensates distortion, and the subcarrier demodulator circuit 10 which restores to the signal after compensates distortion and phase error amendment for every subcarrier, and is outputted as demodulated data.

[0004]In the demodulator of the conventional example shown in this drawing 4, a carrier frequency synchronization and a symbol timing synchronization are established using the preamble for a synchronization in the synchronous circuit 6. The phase error correction circuit 14 is formed if needed, and amends the phase error of a subcarrier in the phase error correction circuit 14 if needed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]An orthogonal frequency division multiplex (OFDM) modulation method is a multi-carrier modulation method which divides the data to transmit into two or more subcarriers, and is modulated. Each subcarrier serves as a narrow-band by multi-carrier-izing, and it excels in the multipath fading-proof characteristic. There is a problem to which characteristic degradation becomes large to the phase noise of the subcarrier added by the local signal used in a frequency changing circuit on the other hand. Then, to realize a highly precise carrier wave phase synchronization also under multipath fading environment is desired. In the conventional example of demodulator composition of drawing 4, the phase error correction circuit 14 has a problem which cannot perform precise operation in response to the influence to which a detection phase error especially becomes large by a subcarrier with a low receiving level in the bottom of multipath fading environment.

[0006]This invention can solve such a problem, and can perform highly precise phase error detection, and an object of this invention is to provide the demodulator which can realize highly precise amendment of the phase rotation which originates in a carrier wave frequency error and phase noise by this. It aims at providing a demodulator with few increases in circuit structure.

[0007]

[Means for Solving the Problem]This invention relates a burst OFDM modulation signal outputted from a transmitter via a propagation path to reception and an OFDM demodulator to which it restores.

[0008]A frequency changing circuit which changes into an intermediate frequency band signal here a burst orthogonal frequency division multiplex modulating signal with which the feature of a demodulator of this invention was received, An orthogonal detection circuit which changes into a baseband signal an intermediate frequency band signal outputted from this frequency changing circuit, A specimen quantization means which carries out specimen quantization of the baseband signal outputted from this orthogonal detection circuit, A synchronous circuit which performs timing synchronization processing and carrier frequency synchronous processing of a baseband signal by which specimen quantization was carried out by this specimen quantization means, The Fourier conversion circuit which carries out the Fourier transform of the signal after synchronous processing outputted from this synchronous circuit, and divides said burst orthogonal frequency division multiplex modulating signal into a signal for every subcarrier, A propagation path distorted presumption circuit which presumes propagation path distortion from a signal outputted from this Fourier conversion circuit, and outputs propagation path distorted information, A subcarrier demodulator circuit which restores to a signal after compensates distortion to which a propagation path distortion compensating circuit which performs compensates distortion using said propagation path distorted information, and this propagation path distortion compensating circuit output a signal outputted from said Fourier conversion circuit for every subcarrier, and outputs demodulated data and soft decision data, It is in having had a phase error detector which generates phase error information common to each subcarrier using each subcarrier amplitude distortion information outputted from soft decision data outputted from this subcarrier demodulator circuit, and said propagation path distorted presumption circuit, and is outputted to said propagation path distorted presumption circuit.

[0009]A phase error detector, An orthogonal frequency division multiplex symbol Uchihira [Hitoshi] circuit which carries out the weighting average of the error component of each subcarrier according to a receiving level of each subcarrier using each subcarrier amplitude distortion information outputted from soft decision data outputted and said propagation path

distorted presumption circuit from said subcarrier demodulator circuit, It can have a moving average circuit which performs a moving average of a weighting average result outputted from this orthogonal frequency division multiplex symbol Uchihira [ Hitoshi ] circuit, and outputs said phase error information.

[0010]The propagation path distorted presumption circuit can contain a means to amend said propagation path distorted information so that a phase error may be compensated using phase error information outputted from said phase error detector.

[0011]In this invention constituted as mentioned above, a phase error detector equalizes a phase error of each subcarrier for every OFDM symbol, In this case, highly precise phase error detection can be performed by taking a weighting average according to a receiving level of each subcarrier using subcarrier amplitude distortion information. Detecting accuracy of a phase error can be further raised by furthermore carrying out the moving average of the average result in an OFDM symbol covering the required number of symbols in a moving average circuit. Highly precise amendment of phase rotation which originates in a carrier wave frequency error and phase noise by this is realizable.

[0012]

[Embodiment of the Invention]With reference to Drawings, an embodiment of the invention is described below.

[0013]Drawing 1 shows the composition of the OFDM demodulator in which an example of an embodiment of the invention is shown.

[0014]The example of composition of the OFDM demodulator of this invention is shown in drawing 1. The format of an OFDM burst signal is shown in drawing 3. In the head of each burst, the preamble for a synchronization and the preamble for propagation path estimating are arranged like drawing 3.

[0015]The antenna 1 for the demodulator of this drawing 1 to receive the burst OFDM modulation signal by which OFDM modulation was carried out at the transmitting side, The frequency changing circuit 2 which changes into an intermediate frequency band signal the modulating signal received via this antenna 1, and outputs it, The orthogonal detection circuit 3 which changes into an analog complex baseband signal the intermediate frequency band signal outputted from this frequency changing circuit 2, and outputs it, A/D converters 4 and 5 as a specimen quantization means which carries out specimen quantization of the analog complex baseband signal outputted from this orthogonal detection circuit 3, The synchronous circuit 6 which performs the timing synchronization processing and carrier frequency synchronous processing of a baseband signal by which specimen quantization was carried out with A/D converters 4 and 5, and outputs the signal after synchronous processing, The Fourier conversion circuit 7 which carries out the Fourier transform of the signal after the synchronous processing outputted from this synchronous circuit 6, and divides said burst OFDM modulation signal into the signal for every subcarrier, The propagation path distorted presumption circuit 8 which presumes propagation path distortion from the signal outputted from this Fourier conversion circuit 7, and outputs propagation path distorted information and each subcarrier amplitude distortion information, The propagation path distortion compensating circuit 9 which carries out compensates distortion of the signal outputted from this Fourier conversion circuit 7 using propagation path distorted information, and outputs the signal after compensates distortion, The subcarrier demodulator circuit 10 which restores to the signal after this compensates distortion for every subcarrier, and outputs demodulated data and soft decision data, Phase error information was generated using each subcarrier amplitude distortion information outputted from

the soft decision data outputted from this subcarrier demodulator circuit 10, and the propagation path distorted presumption circuit 8, and it has the phase error detector 11 outputted to the propagation path distorted presumption circuit 8.

[0016]Next, operation of the OFDM demodulator of drawing 1 is explained.

[0017]A receiving OFDM burst modulating signal is inputted into the antenna 1 in drawing 1. The frequency changing circuit 2 changes the receiving OFDM burst signal inputted into the signal of an intermediate frequency band. The orthogonal detection circuit 3 changes an input signal into an analog complex baseband signal with the local signal almost near the subcarrier of an intermediate frequency band. A/D converters 4 and 5 carry out specimen quantization of the analog complex baseband signal outputted from the orthogonal detection circuit 3. The synchronous circuit 6 inputs the digital complex baseband signal after the specimen quantization outputted to preamble carrier Nobutoki for a synchronization from A/D converters 4 and 5, and establishes a carrier frequency synchronization and a symbol timing synchronization. The Fourier conversion circuit 7 carries out Fast Fourier Transform of the output signal of the synchronous circuit 6, and divides an OFDM modulation signal into the signal for every subcarrier. The propagation path distorted presumption circuit 8 presumes a propagation path characteristic to preamble carrier Nobutoki for propagation path estimating using the signal separated for each [ from the Fourier conversion circuit 7 ] subcarrier of every, and outputs a propagation path compensates distortion signal to him. The propagation path distortion compensating circuit 9 performs propagation path compensates distortion to the data signal after the preamble for propagation path estimating using the propagation path compensates distortion signal from the propagation path distorted presumption circuit 8. The subcarrier demodulator circuit 10 inputs the signal after distortion compensation, and restores to every subcarrier. The phase error detector 11 inputs the phase error information for every [ from the subcarrier demodulator circuit 10 ] subcarrier, and each subcarrier amplitude distortion information from the propagation path distorted presumption circuit 8, and generates and outputs phase error information.

[0018]The example of composition of the phase error detector 11 is shown in drawing 2. When detecting the phase error for every subcarrier in the subcarrier demodulator circuit 10 first, A known pilot signal can be arranged to a specific subcarrier, and the method of taking the difference of the pilot signal and input signal used as a standard or the method of detecting the gap from the reference signal point corresponding to a subcarrier modulation method about all the subcarriers can be used. Next, since the phase noise added by the local signal of the frequency changing circuit 2 becomes common to all the subcarriers, the OFDM symbol Uchihiro [ Hitoshi ] circuit 12 takes an average for the phase error for every [ from the subcarrier demodulator circuit 10 ] subcarrier for every OFDM symbol. When taking the average in an OFDM symbol, the weighting average according to the receiving level of each subcarrier is performed using each subcarrier amplitude distortion information from the propagation path distorted presumption circuit 8. If it is considered as an example, a certain threshold can be provided, and the method of taking the average of the phase error of only the subcarrier whose receiving level is higher than it can be taken.

[0019]Furthermore, the moving average circuit 13 generates phase error information by carrying out the moving average of the average result in an OFDM symbol over a number symbol.

[0020]The propagation path distorted presumption circuit 8 corrects the propagation path distortion compensation coefficient to the propagation path distortion compensating circuit 9 so that the phase noise added by the local signal of a frequency changing circuit may be

compensated using the phase error information from the phase error detector 11.

[0021]

[Effect of the Invention] Thus, this invention equalizes the phase error of each subcarrier for every OFDM symbol in a phase error detector. In this case, using subcarrier amplitude distortion information, by taking the weighting average according to the receiving level of each subcarrier, highly precise phase error detection can be performed and highly precise amendment of the phase rotation which originates in a carrier wave frequency error and phase noise by this phase error detection can be realized. The detecting accuracy of a phase error can be further raised by carrying out the moving average of the average result in an OFDM symbol covering the required number of symbols in a moving average circuit. Highly precise amendment of the phase rotation which originates in a carrier wave frequency error and phase noise by this is realizable.

[0022] Since compensation of the phase noise is performed by correcting a propagation path distortion compensation coefficient, compensation operations can use the circuit of the propagation path distortion compensating circuit 9 as it is. Therefore, the increase in circuit structure can be prevented.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The figure showing an example of the embodiment of the demodulator of this invention.

[Drawing 2] The figure showing the example of composition of a phase error detector.

[Drawing 3] The figure showing the example of burst format composition.

[Drawing 4] The figure showing the example of composition of the demodulator of this invention.

[Description of Notations]

- 1 Antenna
- 2 Frequency changing circuit
- 3 Orthogonal detection circuit
- 4, 5 A/D converters
- 6 Synchronous circuit
- 7 Fourier conversion circuit
- 8 Propagation path distorted presumption circuit
- 9 Propagation path distortion compensating circuit
- 10 Subcarrier demodulator circuit
- 11 Phase error detector
- 12 OFDM symbol Uchihira [ Hitoshi ] circuit
- 13 Moving average circuit
- 14 Phase error correction circuit

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-286819  
(P2000-286819A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース* (参考)		
H 0 4 J	11/00	H 0 4 J	11/00	Z	5 K 0 2 2
H 0 4 B	1/10	H 0 4 B	1/10	M	5 K 0 4 6
	7/005		7/005		5 K 0 5 2

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-92407

(22) 出願日 平成11年 3 月31日 (1999. 3. 31)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(71) 出願人 000004236

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

(72) 発明者 山本 武志

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100078237

弁理士 井出 直孝 (外 1 名)

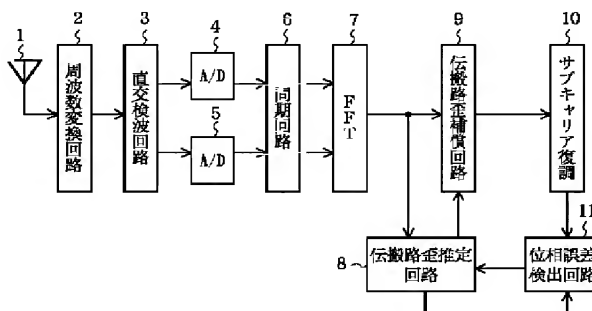
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 復調装置

(57) 【要約】

【課題】 OFDM 復調装置の周波数変換回路で用いるローカル信号により付加される搬送波の位相雑音に対する特性劣化を改善する。

【解決手段】 位相誤差検出回路 11 を設け、位相誤差検出回路 11 においてサブキャリア復調回路 10 からのサブキャリアごとの位相誤差情報と伝搬路歪推定回路 8 からの各サブキャリア振幅歪情報をを用いて位相誤差情報を生成し、これにより伝搬路歪補償係数を修正して位相雑音の補償を行う。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信されたバースト直交周波数分割多重変調信号を中間周波数帯信号に変換する周波数変換回路と、  
この周波数変換回路から出力された中間周波数帯信号をベースバンド信号に変換する直交検波回路と、  
この直交検波回路から出力されたベースバンド信号を標本量子化する標本量子化手段と、  
この標本量子化手段で標本量子化されたベースバンド信号のタイミング同期処理および搬送波周波数同期処理を行う同期回路と、  
この同期回路から出力される同期処理後の信号をフーリエ変換し前記バースト直交周波数分割多重変調信号をサブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換回路と、  
このフーリエ変換回路から出力される信号から伝搬路歪を推定し伝搬路歪情報を出力する伝搬路歪推定回路と、  
前記フーリエ変換回路から出力される信号を前記伝搬路歪情報を用いて歪補償を行う伝搬路歪補償回路と、  
この伝搬路歪補償回路の出力する歪補償後の信号を各サブキャリア毎に復調し復調データおよび軟判定データを出力するサブキャリア復調回路と、  
このサブキャリア復調回路から出力される軟判定データと前記伝搬路歪推定回路から出力される各サブキャリア振幅歪情報を用いて各サブキャリアに共通な位相誤差情報を生成し前記伝搬路歪推定回路へ出力する位相誤差検出回路とを備えたことを特徴とする復調装置。

【請求項2】 前記位相誤差検出回路は、前記サブキャリア復調回路から出力される軟判定データと前記伝搬路歪推定回路から出力される各サブキャリア振幅歪情報を用い各サブキャリアの誤差成分を各サブキャリアの受信レベルに応じて重み付け平均する直交周波数分割多重シンボル内平均回路と、この直交周波数分割多重シンボル内平均回路から出力される重み付け平均結果の移動平均を行い前記位相誤差情報を出力する移動平均回路とを備えた請求項1記載の復調装置。

【請求項3】 前記伝搬路歪推定回路は、前記位相誤差検出回路から出力される位相誤差情報を用い位相誤差を補償するように前記伝搬路歪情報を補正する手段を含む請求項1または2記載の復調装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、直交周波数分割多重（OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing 以下OFDMと略記する）変調方式を用いるバースト信号伝送システムの復調装置において、搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の高精度な補正を実現する復調装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図3にOFDMバースト信号のフォーマットを示す。図3のように各バーストの先頭には同期用

のプリアンブルおよび伝搬路推定用のプリアンブルが配置される。

【0003】図4に従来のOFDM復調装置の構成を示す。このOFDM復調装置は、バーストOFDM変調信号を受信するためのアンテナ1と、アンテナ1を介して受信された変調信号を中間周波数帯信号に変換し、出力する周波数変換回路2と、周波数変換回路2から出力された中間周波数帯信号をアナログ複素ベースバンド信号に変換し、出力する直交検波回路3と、直交検波回路3から出力されたアナログ複素ベースバンド信号を標本量子化する標本量子化手段としてのA/D変換器4、5と、A/D変換器4、5にて標本量子化されたベースバンド信号をタイミング同期処理するタイミング同期手段および搬送波周波数同期処理する搬送波周波数同期処理手段を含み同期処理後の信号を出力する同期回路6と、同期回路6から出力された同期処理後の信号をフーリエ変換し、前記バーストOFDM変調信号をサブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換回路7と、フーリエ変換回路7から出力された信号から伝搬路歪を推定し、伝搬路歪情報と各サブキャリア振幅歪情報を出力する伝搬路歪推定回路8と、フーリエ変換回路7から出力された信号を伝搬路歪情報を用いて歪補償し、歪補償後の信号を出力する伝搬路歪補償回路9と、この歪補償後の搬送波の位相誤差補正を行う位相誤差補正回路14と、歪補償および位相誤差補正後の信号を各サブキャリア毎に復調し、復調データとして出力するサブキャリア復調回路10とを備える。

【0004】この図4に示す従来例の復調装置では、同期回路6において同期用のプリアンブルを用いて搬送波周波数同期とシンボルタイミング同期を確立する。また、位相誤差補正回路14は必要に応じて設けられるもので、必要に応じて位相誤差補正回路14において搬送波の位相誤差を補正する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】直交周波数分割多重（OFDM）変調方式は送信するデータを複数のサブキャリアに分割して変調するマルチキャリア変調方式である。マルチキャリア化することで各サブキャリアは狭帯域となり耐マルチパスフェージング特性に優れる。一方、周波数変換回路で用いるローカル信号により付加される搬送波の位相雑音に対して特性劣化が大きくなる問題がある。そこで、マルチパスフェージング環境下でも高精度の搬送波位相同期を実現することが望まれている。図4の従来の復調装置構成例において、特にマルチパスフェージング環境下では位相誤差補正回路14は、受信レベルの低いサブキャリアで検出位相誤差が大きくなる影響を受けて精密な動作ができない問題がある。

【0006】本発明は、このような問題を解決するもので、高精度の位相誤差検出を行うことができ、これにより搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転

の高精度の補正を実現できる復調装置を提供することを目的とする。また、回路規模の増加の少ない復調装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、送信機から出力されるバーストOFDM変調信号を伝搬路を介して受信・復調するOFDM復調装置に関する。

【0008】ここで本発明の復調装置の特徴は、受信されたバースト直交周波数分割多重変調信号を中間周波数帯信号に変換する周波数変換回路と、この周波数変換回路から出力された中間周波数帯信号をベースバンド信号に変換する直交検波回路と、この直交検波回路から出力されたベースバンド信号を標本量子化する標本量子化手段と、この標本量子化手段で標本量子化されたベースバンド信号のタイミング同期処理および搬送波周波数同期処理を行う同期回路と、この同期回路から出力される同期処理後の信号をフーリエ変換し前記バースト直交周波数分割多重変調信号をサブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換回路と、このフーリエ変換回路から出力される信号から伝搬路歪を推定し伝搬路歪情報を出力する伝搬路歪推定回路と、前記フーリエ変換回路から出力される信号を前記伝搬路歪情報を用いて歪補償を行う伝搬路歪補償回路と、この伝搬路歪補償回路の出力する歪補償後の信号を各サブキャリア毎に復調し復調データおよび軟判定データを出力するサブキャリア復調回路と、このサブキャリア復調回路から出力される軟判定データと前記伝搬路歪推定回路から出力される各サブキャリア振幅歪情報を用いて各サブキャリアに共通な位相誤差情報を生成し前記伝搬路歪推定回路へ出力する位相誤差検出回路とを備えたことにある。

【0009】なお、位相誤差検出回路は、前記サブキャリア復調回路から出力される軟判定データと前記伝搬路歪推定回路から出力される各サブキャリア振幅歪情報を用い各サブキャリアの誤差成分を各サブキャリアの受信レベルに応じて重み付け平均する直交周波数分割多重シンボル内平均回路と、この直交周波数分割多重シンボル内平均回路から出力される重み付け平均結果の移動平均を行い前記位相誤差情報を出力する移動平均回路とを備えることができる。

【0010】また、伝搬路歪推定回路は、前記位相誤差検出回路から出力される位相誤差情報を用い位相誤差を補償するように前記伝搬路歪情報を補正する手段を含むことができる。

【0011】上記のように構成された本発明においては、位相誤差検出回路はOFDMシンボル毎に各サブキャリアの位相誤差を平均化することと、この際に、サブキャリア振幅歪情報を用いて、各サブキャリアの受信レベルに応じた重み付け平均をとることにより高精度の位相誤差検出を行うことができる。さらに移動平均回路においてOFDMシンボル内の平均結果を必要なシンボル

数にわたり移動平均することによりさらに位相誤差の検出精度を上げることができる。これにより搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の高精度な補正を実現できる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

【0013】図1は本発明の実施の形態の一例を示すOFDM復調装置の構成を示すものである。

【0014】図1に本発明のOFDM復調装置の構成例を示す。また図3にOFDMバースト信号のフォーマットを示す。図3のように各バーストの先頭には同期用のプリアンプルおよび伝搬路推定用のプリアンプルが配置される。

【0015】この図1の復調装置は、送信側でOFDM変調されたバーストOFDM変調信号を受信するためのアンテナ1と、このアンテナ1を介して受信された変調信号を中間周波数帯信号に変換し、出力する周波数変換回路2と、この周波数変換回路2から出力された中間周波数帯信号をアナログ複素ベースバンド信号に変換し、出力する直交検波回路3と、この直交検波回路3から出力されたアナログ複素ベースバンド信号を標本量子化する標本量子化手段としてのA/D変換器4、5と、A/D変換器4、5にて標本量子化されたベースバンド信号のタイミング同期処理および搬送波周波数同期処理を行い同期処理後の信号を出力する同期回路6と、この同期回路6から出力された同期処理後の信号をフーリエ変換し、前記バーストOFDM変調信号をサブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換回路7と、このフーリエ変換回路7から出力された信号から伝搬路歪を推定し、伝搬路歪情報と各サブキャリア振幅歪情報を出力する伝搬路歪推定回路8と、このフーリエ変換回路7から出力された信号を、伝搬路歪情報を用いて歪補償し、歪補償後の信号を出力する伝搬路歪補償回路9と、この歪補償後の信号を各サブキャリア毎に復調し、復調データおよび軟判定データを出力するサブキャリア復調回路10と、このサブキャリア復調回路10から出力される軟判定データと伝搬路歪推定回路8から出力される各サブキャリア振幅歪情報を用いて位相誤差情報を生成し、伝搬路歪推定回路8へ出力する位相誤差検出回路11を備えている。

【0016】次に、図1のOFDM復調装置の動作を説明する。

【0017】図1において、アンテナ1に受信OFDMバースト変調信号が入力される。周波数変換回路2は入力される受信OFDMバースト信号を中間周波数帯の信号に変換する。直交検波回路3は、中間周波数帯の搬送波にはほぼ近いローカル信号により受信信号をアナログ複素ベースバンド信号に変換する。A/D変換器4、5は直交検波回路3より出力されるアナログ複素ベースバン

ド信号を標本量子化する。同期回路6は同期用プリアンブル受信時にA/D変換器4、5より出力される標本量子化後のデジタル複素ベースバンド信号を入力し、搬送波周波数同期とシンボルタイミング同期を確立する。フーリエ変換回路7は、同期回路6の出力信号を高速フーリエ変換し、OFDM変調信号を各サブキャリア毎の信号に分離する。伝搬路歪推定回路8は、伝搬路推定用のプリアンブル受信時に、フーリエ変換回路7からの各サブキャリア毎に分離された信号を用いて伝搬路特性を推定し、伝搬路歪補償信号を出力する。伝搬路歪補償回路9は伝搬路推定用のプリアンブル後のデータ信号に対して、伝搬路歪推定回路8からの伝搬路歪補償信号を用いて伝搬路歪補償を行う。サブキャリア復調回路10は歪み補償後の信号を入力し、サブキャリアごとの復調を行う。位相誤差検出回路11はサブキャリア復調回路10からのサブキャリア毎の位相誤差情報と伝搬路歪推定回路8からの各サブキャリア振幅歪情報を入力し、位相誤差情報を生成し出力する。

【0018】図2に位相誤差検出回路11の構成例を示す。まずサブキャリア復調回路10においてサブキャリア毎の位相誤差を検出する際には、特定のサブキャリアに既知のパイロット信号を配置し、基準となるパイロット信号と受信信号との差をとる方法や、あるいはすべてのサブキャリアについてサブキャリア変調方式に対応する基準信号点からのずれを検出する方法を用いることができる。次に周波数変換回路2のローカル信号により付加される位相雑音は全サブキャリア共通となるのでOFDMシンボル内平均回路12はサブキャリア復調回路10からのサブキャリア毎の位相誤差をOFDMシンボル毎に平均をとる。OFDMシンボル内の平均をとる際には伝搬路歪推定回路8からの各サブキャリア振幅歪情報を用いて、各サブキャリアの受信レベルに応じた重み付け平均を行う。具体例としては例えばあるしきい値を設けて、それよりも受信レベルが高いサブキャリアのみの位相誤差の平均をとるという方法をとることができる。

【0019】さらに移動平均回路13は、OFDMシンボル内の平均結果を数シンボル間にわたり移動平均することにより位相誤差情報を生成する。

【0020】伝搬路歪推定回路8は、位相誤差検出回路11からの位相誤差情報を用いて、周波数変換回路のロ

ーカル信号により付加される位相雑音を補償するよう伝搬路歪補償回路9への伝搬路歪補償係数を修正する。

【0021】

【発明の効果】このように、本発明は、位相誤差検出回路においてOFDMシンボル毎に各サブキャリアの位相誤差を平均化し、この際に、サブキャリア振幅歪情報を用いて、各サブキャリアの受信レベルに応じた重み付け平均をとることにより高精度の位相誤差検出を行うことができ、この位相誤差検出により搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の高精度な補正を実現できる。さらに、移動平均回路においてOFDMシンボル内の平均結果を必要なシンボル数にわたり移動平均することによりさらに位相誤差の検出精度を上げることができる。これにより搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の高精度な補正を実現できる。

【0022】またその位相雑音の補償は伝搬路歪補償係数を修正することにより行うため、補償動作は伝搬路歪補償回路9の回路をそのまま用いることができる。従って回路規模の増加を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の復調装置の実施の形態の一例を示す図。

【図2】位相誤差検出回路の構成例を示す図。

【図3】バーストフォーマット構成例を示す図。

【図4】本発明の復調装置の構成例を示す図。

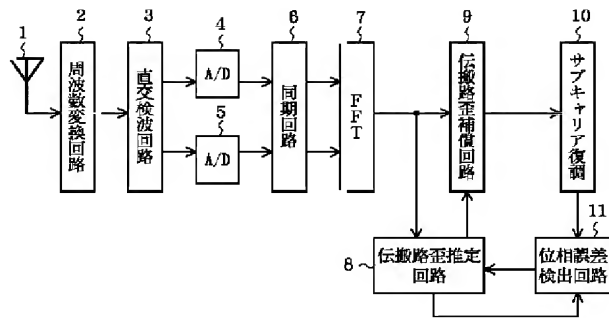
【符号の説明】

- 1 アンテナ
- 2 周波数変換回路
- 3 直交検波回路
- 4、5 A/D変換器
- 6 同期回路
- 7 フーリエ変換回路
- 8 伝搬路歪推定回路
- 9 伝搬路歪補償回路
- 10 サブキャリア復調回路
- 11 位相誤差検出回路
- 12 OFDMシンボル内平均回路
- 13 移動平均回路
- 14 位相誤差補正回路

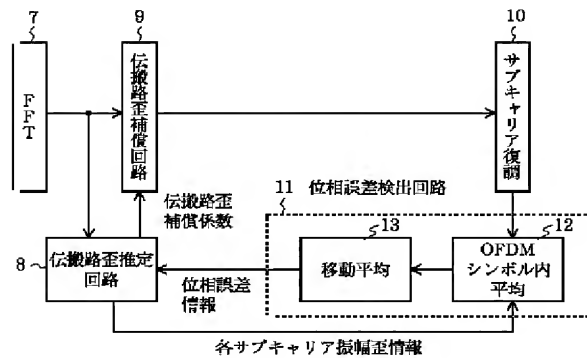
【図3】

タイミング/搬送波 周波数同期用 プリアンブル	伝搬路推定用 プリアンブル	データ
-------------------------------	------------------	-----

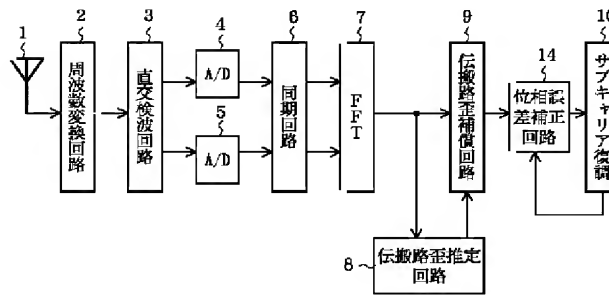
【図1】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 岡ノ上 和広  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内  
(72)発明者 大沢 智喜  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 熊谷 智明  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内  
Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD17 DD19 DD33  
DD34 DD43 DD44  
5K046 AA05 EE55 EF46 EF52  
5K052 AA01 BB02 CC00 DD16 EE26